



(10) **AT 518371 A1 2017-09-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 33/2016
(22) Anmeldetag: 25.01.2016
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2017

(51) Int. Cl.: **H02M 5/44** (2006.01)
H02M 1/12 (2006.01)
H01F 38/14 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2008007385 A1
EP 2495863 A2
US 5905642 A
EP 1309075 A2
EP 2639952 A2

(71) Patentanmelder:
ECO-S Green Solutions KG
3264 Gresten (AT)

(74) Vertreter:
FELFERNIG UND GRASCHITZ
RECHTSANWÄLTE GMBH
7000 EISENSTADT (AT)

(54) **Schaltungsanordnung für einen Frequenzumrichter**

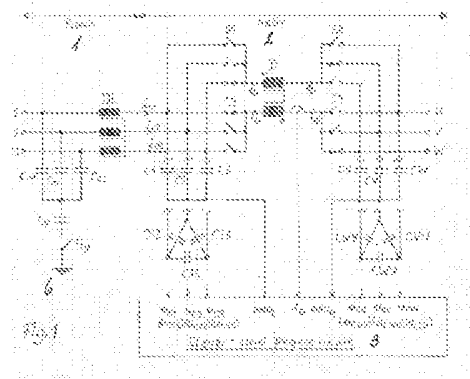
(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für einen Frequenzumrichter bestehend aus einem passiven, netzseitigen EMV-Filter und einem aktiven Teil. Der aktive Teil weist die Funktionalität eines Stromzwischenkreisumrichters (CSI) auf und besteht aus:

a) drei Wechselspannungskondensatoren (C1, C2, C3) in Sternschaltung oder drei Wechselspannungskondensatoren (C12, C13, C23) in Dreieckschaltung am Eingang,

b) drei Wechselspannungskondensatoren (CU, CV, CW) in Sternschaltung oder drei Wechselspannungskondensatoren (CWV, CWU, CVU) in Dreieckschaltung am Ausgang,

c) einer Gleichstromzwischenkreisdrossel (D) mit vier Anschlüssen und

d) vier Dreifachumschaltern (S1, S2, S3, S4) die entsprechend den Kondensatoren mit der Drossel (D) verbinden.

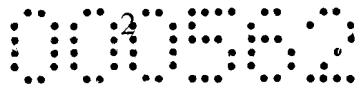


AT 518371 A1 2017-09-15

Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für einen Frequenzumrichter bestehend aus einem passiven, netzseitigen EMV-Filter und einem aktiven Teil. Der aktive Teil weist die Funktionalität eines Stromzwischenkreisumrichters (CSI) auf und besteht aus:

- a) drei Wechselfspannungskondensatoren (C1, C2, C3) in Sternschaltung oder drei Wechselfspannungskondensatoren (C12, C13, C23) in Dreieckschaltung am Eingang,
- b) drei Wechselfspannungskondensatoren (CU, CV, CW) in Sternschaltung oder drei Wechselfspannungskondensatoren (CWV, CWU, CVU) in Dreieckschaltung am Ausgang,
- c) einer Gleichstromzwischenkreisdrossel (D) mit vier Anschlüssen und
- d) vier Dreifachumschaltern (S1, S2, S3, S4) die entsprechend die Kondensatoren mit der Drossel (D) verbinden.



.. /26.1.16

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für einen Frequenzumrichter bestehend aus einem passiven, netzseitigen EMV-Filter und einem aktiven Teil.

Zum Stand der Technik zählen 3-phasige, passive EMV-Filter, die jedoch nur bedingt parallelschaltbar sind. Bekannt sind auch aktive, parallelschaltbare EMV-Filter wie beispielsweise aus der US 2014/01843315 A1. In diesem Fall ist es ein Netzteil eines Spannungszwischenkreisumrichters, das parallelschaltbar ist.

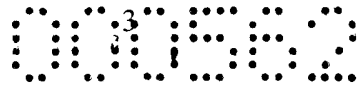
Weiters gibt es statische Frequenzumrichter, die eine konstante Netzfrequenz oder Netzspannung in eine variable Ausgangsfrequenz oder Ausgangsspannung umformen können.

Seit langem sind Stromzwischenkreisumrichter (CSI= Current Source Inverter) in Thyristortechnik mit rechteckförmigen Netzströmen und Spannungsspitzen am Ausgang bekannt, die die Motorwicklungen belasten. Ein CSI ist prinzipiell 4-quadrantenfähig und treibt eine elektrische Maschine nicht nur motorisch an, sondern speist beispielsweise beim Absenken von Lasten bei Kränen, wenn die Maschine zum Generator wird, die entstehende Energie ins Versorgungsnetz zurück.

Aus der EP 0886371 A1, wie auch der DE 1972616 A1 und der US 6078162 ist bekannt, dass mittels Thyristoren und Gate-turn-off Thyristoren und geeigneter Steuerung ein CSI parallelschaltbar ist.

Bekannt sind hier auch Schaltungsanordnungen aus Fachbüchern und wissenschaftlichen Abhandlungen, die statt der Thyristoren IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistoren) vorschlagen.

Ein CSI weist eine massige Zwischenkreisdrossel als Energiespeicher auf, die leichter und preiswerter gestaltet werden kann, wenn die Nichtlinearität des



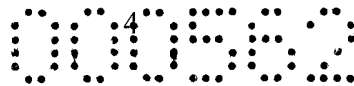
Eisenkerns ausgenutzt und die Ausführung als Sättigungs- oder Isthmus-Drossel vorgesehen ist.

Trotzdem ist diese Ausführung schwer und teuer und wurde nicht zuletzt deswegen durch den Spannungszwischenkreisrichter (VSI= Voltage Source Inverter) weitgehend abgelöst. Ein VSI weist als Energiespeicher einen Zwischenkreiskondensator auf, wobei ein leichter, billiger Elektrolytkondensator verwendet werden kann. Ein derartiger Kondensator hat aber eine begrenzte Lebensdauer. Aus der US 6 275 393 B1 ist ein VSI mit einer Ladeschaltung für den Zwischenkreiskondensator bekannt.

In seiner Standardausführung hat der VSI netzseitig eine Drehstrombrücke aus sechs bipolaren, preiswerten und verlustarmen Bauteilen, die den Zwischenkreiskondensator aufladen. Motorseitig gibt es sechs schnellschaltende Bauteile, derzeit IGBTs, mit integrierten, parallelen Freilaufdioden in Drehstrombrückenschaltung, die die weitgehend konstante Spannung des Zwischenkreiskondensators derart moduliert an die Motorwicklungen legen, dass dort eine einstellbare Frequenz und Spannung entsteht. Die Netzströme sind auch hier nicht sinusförmig und müssen für sensible Netze mittels externer EMV- Filter verbessert werden.

Sehr von Nachteil sind die Ausgangsspannungen: sie sind rechteckförmig, mit der Amplitude der Zwischenkreisspannung, und führen - besonders bei längeren Motorleitungen - durch Reflexionen zu Spannungsüberhöhungen, welche die Motorwicklungen zerstören können. Auch hier sind oft zusätzliche, externe Motor-Filter vonnöten. Diese sind in unterschiedlichen Ausführungen am Markt verfügbar.

Bei sehr langen Motorleitungen müssen aufwändige „Sinus- Motor- Filter“ eingesetzt werden, die aus der rechteckförmigen Ausgangsspannung eine quasi sinusförmige machen. Diese erzeugen zwar zwischen den Motorphasen eine weitgehend sinusförmige Spannung, aber nicht gegen Erdpotential. In dieser Ausführung ist der VSI nicht 4-quadrantenfähig.



Ist die 4-Quadrantenfähigkeit unabdingbar, so schaltet man üblicherweise statt der bipolaren Drehstrombrücke eine Schaltung mit der Struktur eines Motorwechselrichters zwischen Zwischenkreiskondensator und Eingangsklemmen. Zwischen diesen und dem Netz muss ein aufwändiges, elektrisches Filter geschaltet werden, um die Rechteckspannung vom Netz fernzuhalten. Aus der US 2014/0184315 A1 ist eine derartige Schaltungsanordnung bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung für einen Frequenzumrichter zu schaffen, die einerseits die oben dargelegten Nachteile vermeidet und die andererseits die Herstellung, mit wirtschaftlich beschaffbaren Bauteilen, eines 4-quadrantenfähigen Stromzwischenkreisumrichters in einer kompakten Einheit ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass der aktive Teil die Funktionalität eines Stromzwischenkreisumrichters (CSI) aufweist und aus:

- a) drei Wechsellspannungskondensatoren in Sternschaltung oder drei Wechsellspannungskondensatoren in Dreieckschaltung am Eingang,
- b) drei Wechsellspannungskondensatoren in Sternschaltung oder drei Wechsellspannungskondensatoren in Dreieckschaltung am Ausgang,
- c) einer Gleichstromzwischenkreisdrossel mit vier Anschlüssen und
- d) vier Dreifachumschaltern die entsprechend die Kondensatoren mit der Drossel verbinden,

besteht. Mit der Erfindung ist es erstmals möglich, eine kompakte Schaltungsanordnung herzustellen, die insbesondere nur etwa 30 % des Platzbedarfs im Schaltschrank gegenüber äquivalenten Schaltungsanordnungen des Standes der Technik und auch nur ca. 20 % des Verdrahtungsaufwandes im Vergleich zum Stand der Technik benötigt.



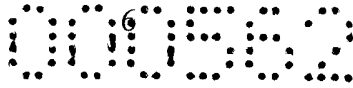
Zum Vergleich darf nochmals aufgezeigt werden, dass eine Lösung gemäß dem derzeitigen Stand der Technik zwei übliche Spannungszwischenkreisumrichter VSI, ein schweres Netzfilter und ein ebenso schweres Sinusmotorfilter, das zwar zwischen den Phasen aber nicht gegen Erdpotential sinusförmige Spannungen erzeugt, umfassen würde.

Mit der Erfindung wird somit eine parallelschaltbare Schaltungsanordnung geschaffen, die in einer kompakten Anordnung vereinigt ist. Die kompakte Anordnung ist umgeben von einem hochfrequenzdichten Gehäuse, das, wie bei EMV- Filtern üblich, flächig mit PE (Protection Earth= Schutzleiter) verbunden ist.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind die Wechsellspannungskondensatoren durch Parallelschaltung mehrerer Kondensatoren aufgebaut. Dadurch können am Markt preisgünstige, übliche Bauteile beschafft werden, die eine wirtschaftliche Herstellung gewährleisten. Auch Sonder- und Einzelausführungen sind durch deren Wirtschaftlichkeit möglich. Es besteht auch die Möglichkeit, selbstheilende Kondensatoren einzusetzen. Die derzeit üblichen zum Stand der Technik verwendeten Kondensatoren weisen nur eine begrenzte Lebensdauer auf.

Gemäß einem besonderen Merkmal der Erfindung ist die Gleichstromdrossel

- a) aus zwei magnetisch gekoppelten Spulen mit vier Anschlüssen aufgebaut und
- b) weist eine definierte Streuinduktivität auf, die eine Gleichtaktunterdrückung zwischen Eingang und Ausgang sicherstellt,
- c) besteht ihr magnetischer Kern aus mittelfrequenztauglichem Sintermetall (Pulver: z.B.: Sendust, High Flux, MPP) und
- d) ist als Sättigungs- oder Isthmudrossel ausgeführt, wobei
- e) die Wicklungen aus anodisierten Aluminiumfolien bestehen, die zugleich Leiter und die Lagenisolation bilden. Eine derartige Drossel gewährleistet die wirtschaftliche Herstellung des Frequenzumrichters. Weiters ist durch die hohe Schaltfrequenz, beispielsweise 100 kHz, die Drossel um einen Faktor 330 kleiner und leichter als beim CSI mit Thyristoren.



Nach einem weiteren, alternativen Merkmal der Erfindung ist ein passiver und ein symmetrisch aktiver Teil vorgesehen, wobei die Schaltungsanordnung parallelschaltbar ist und die Funktionen:

- a) EMV- Filter für sinusförmige Netzströme,
- b) 4-Quadranten-Frequenzumrichter und
- c) Sinus- Motor-Filter für sinusförmige Motorspannungen zwischen den

Phasen und auch gegen Erdpotential erfüllt und in einer kompakten Anordnung vereinigt ist, die von einem hochfrequenzdichten Gehäuse umgeben ist. Durch die erfindungsgemäße Möglichkeit der Parallelschaltbarkeit ist der immense Vorteil gegeben, dass mit nur zwei Baugrößen, beispielsweise 11 kW und 22 kW eine Umrichterreihe bis 110 kW dargestellt werden kann. Das Potential der Einsparung an Entwicklungs-, Validierungs- und Zertifizierungskosten ist dadurch enorm hoch.

Gemäß einem besonderen, alternativen Merkmal der Erfindung ist ein passiver und ein asymmetrischer aktiver Teil vorgesehen, wobei die Schaltungsanordnung parallelschaltbar ist und die Funktionen:

- a) EMV- Filter für sinusförmige Netzströme und
- b) 1-Quadranten-Frequenzumrichter mit einer Spannungsquelle am Ausgang erfüllt und in einer kompakten Anordnung vereinigt ist, die von einem hochfrequenzdichten Gehäuse umgeben ist. Durch diese erfindungsgemäße Merkmalskombination ist es möglich, den kompaktesten Solarumrichter am Markt anzubieten.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist ein asymmetrischen aktiver Teil vorgesehen, wobei die Schaltungsanordnung parallelschaltbar ist und die Funktionen:

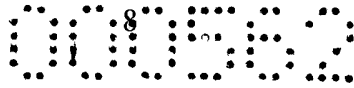
- a) 1-Quadranten-Frequenzumrichter mit einer Spannungsquelle am Eingang und
- b) Sinus- Motor-Filter- Funktion für sinusförmige Motorspannungen zwischen den Phasen aber auch gegen Erdpotential erfüllt und in einer kompakten Anordnung vereinigt ist. Wie ja bekannt, benötigen Tiefbohrpumpen Motorleitungen von einigen Kilometer Länge und ein „echtes“ Sinusmotorfilter. Mit der vorliegenden Erfindung ist dies möglich.



Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung wird, abhängig von der Polung der Spannungsquelle, diese geladen oder speist Energie ins Netz. Dadurch wird das Einsparungspotential noch weiter erhöht.

Nach einem ganz besonderen Merkmal der Erfindung weist der Dreifachumschalter nachstehende konstruktive Anordnung auf:

- a.) bei den in Stern geschalteten Wechselspannungskondensatoren ist der Sternpunkt mit dem Bezugspotential der Steuer- und Regeleinheit verbunden und die Messung der Spannung erfolgt mittels Spannungsteilern aus Widerständen, wobei diese auch zur Entladung der Kondensatoren dienen, und/oder
- b.) die drei Serienschaltungen aus Schottky- Dioden und J-FETs in „Wide bandgap“ Technologie wie beispielsweise: Silicon Carbide (SiC) bilden die die drei rückwärts nicht leitenden Dioden elektronischen Schalter, und/oder
- c.) drei voneinander galvanisch getrennte Kühlkörper aus Aluminium sind für jeden der drei Schalter vorgesehen, und/oder
- d.) die Kathoden der Dioden und die Drains der J-FETs sind über deren Kühlflächen elektrisch durch ihre Kühlkörper verbunden, und/oder
- e.) die Beilage von Leitblättchen, beispielsweise aus Graphit, ist zwischen Kühlkörper und Dioden und J-FETs vorgesehen, um die elektrische und thermische Leitfähigkeit zwischen Kühlkörper und Dioden und J-FETs zu verbessern, und/oder
- f.) die drei J-FETs werden über die Gatesignale angesteuert, wodurch der Drosselanschluss zyklisch mit den Wechselspannungskondensatoren verbunden wird, so dass der Drosselstrom zyklisch zwischen den Wechselspannungskondensatoren kommutiert, und/oder
- g.) ein Aufbau aus Mehrfachmultilayer Leiterplatten, oder bei größeren Leistungen parallelen Blechen mit Isolationslagen zwischen den Blechen, verringert die wirksame Kommutierungsinduktivität, und/oder
- h.) die galvanische Trennung der Stromversorgung der Gate- Treiber von GND wird mittels Planartransformatoren ausgeführt, deren Primärwicklung mit einem Mittelfrequenzgenerator, vorzugsweise nahe GND, verbunden ist und deren Sekundärwicklung die Gate- Treiber elektrisch versorgt, und/oder



i.) die Wicklungen der Planartransformatoren werden durch spiralförmige Leiterbahnen auf und innerhalb der verwendeten Multilayerleiterplatte erzeugt und dort sind Ferritfolien an der Ober- und Unterseite der Leiterplatte angebracht. Der Vorteil liegt vor allem darin, dass bei einer 4-fach-Multilayer-Leiterplatte die Wicklungen der Transformatoren gratis sind.

Die Erfindung wird an Hand von Ausführungsbeispielen, die in der Zeichnung dargestellt sind, näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Schaltungsanordnung für einen Frequenzumrichter,

Fig. 2a eine Schaltungsanordnung mit der Energie ins Netz und

Fig. 2b eine Schaltungsanordnung mit der Energie aus dem Netz eine Spannungsquelle geladet wird;

Fig. 3a eine Schaltungsanordnung für ein E-Auto und

Fig. 3b eine Schaltungsanordnung wo ein Motor im Generatorbetrieb arbeitet und

Fig. 4 eine konstruktive Anordnung.

Gemäß der Fig. 1 ist eine Schaltungsanordnung gezeigt, die parallelschaltbar ist und die Funktionen:

EMV- Filter für sinusförmige Netzströme,

4-Quadranten-Frequenzumrichter mit der Funktionalität eines CSI und

Sinus- Motorfilter für sinusförmige Motorspannungen erfüllt und in einer

kompakten Anordnung vereinigt ist. Sie ist umgeben von einem

hochfrequenzdichten Gehäuse, das, wie bei EMV- Filtern üblich, flächig mit PE

(Protection Earth= Schutzleiter 6) verbunden ist.

Der passive Teil 1 ist der netzseitige Teil eines herkömmlichen EMV- Filters:

Der passive Teil 1 besteht aus drei Kondensatoren C_{x1} , C_{x2} , C_{x3} , in

Sternschaltung und einem Kondensator C_y , verbunden mit dem Sternpunkt der

Kondensatoren C_{x1} , C_{x2} , C_{x3} , und einem Schalter S_y , der den Kondensator C_y mit

dem Schutzleiter 6 verbindet, falls der Nullleiter des Drehstromnetzes L1, L2, L3



mit dem Schutzleiter 6 verbunden ist. Wie ja bekannt, ist bei ungeerdeten Netzen offen. Weiters besteht der passive aus einer dreiphasigen Drosselspule DL.

Der aktive Teil 2 ist eine symmetrische Anordnung mit der Funktion eines Stromzwischenkreisumrichters (CSI) bestehend aus:

- 1.) Drei Eingangskondensatoren C3, C2, C1 in Sternschaltung oder C12, C13, C23 in Dreieckschaltung, wobei jene auch durch Parallelschaltung mehrerer Wechselspannungskondensatoren aufgebaut sein können.
- 2.) Einer Gleichstromzwischenkreisdrossel D, als Energiespeicher, durch die immer nur Ströme mit $i_D > 0$ A fließen.

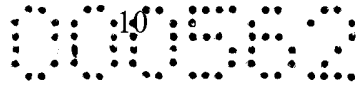
Aufgebaut ist sie aus zwei magnetisch gekoppelten Spulen mit einer definierten Streuinduktivität, die eine Gleichtaktunterdrückung zwischen Eingang und Ausgang sicherstellt. Sie hat daher vier Anschlüsse.

- Ihr magnetischer Kern besteht aus mittelfrequenztauglichem Sintermetall (Pulver: z.B.: Sendust, High Flux, MPP) und ist als Sättigungs- oder Isthmudrossel ausgeführt.
- die Wicklung besteht aus anodisierten Aluminiumfolien, die zugleich Leiter und Lagenisolation bilden und den Wickelraum des Pulverkerns gut ausnützen.

3.) 3 Ausgangskondensatoren CW, CV, CU in Sternschaltung oder CWV, CWU, CVU in Dreieckschaltung, wobei jene auch durch Parallelschaltung mehrerer Wechselspannungskondensatoren aufgebaut sein können.

4.) Einer Matrix aus vier Dreifachumschaltern S1, S2, S3 und S4 zwischen den Kondensatoren und der Zwischenkreisdrossel.

5.) einer Steuer- und Regeleinheit 3, wo die Messwerte der Spannungen aller Kondensatoren und die des Drosselstroms i_D verarbeitet und durch geeignete Schalterstellungen von S1, S2, S3 und S4 erreicht wird, dass:



- a.) sinusförmige Eingangsströme i_{L1} , i_{L2} und i_{L3} entstehen,
- b.) ein definierter, beispielsweise der Durchgangsleistung proportionaler Strom i_D fließt, wodurch die Parallelschaltbarkeit von Geräten auch unterschiedlicher Nennleistung sichergestellt ist und
- c.) sinusförmige Ausgangsspannungen einstellbarer Frequenz und Amplitude zwischen U,V und W erzeugt werden.

Wie beim CSI mit Thyristoren, kann auch hier Energie ins Netz rückgespeist werden, wenn der Motor zum Generator wird. Die beschriebene Anordnung ist daher

- d.) 4-quadrantenfähig.

Da durch die Gleichstromzwischenkreisdrossel D nur in einer Richtung Strom fließen soll, sind für die Schalter S1 bis S4 rückwärts nichtleitende Bauelemente ideal. Thyristoren hatten diese Eigenschaft und wurden im herkömmlichen CSI eingesetzt.

Diese Erfindung braucht aber schnellere, rückwärts nichtleitende Bauteile, die derzeit am Bauteilmarkt schwer oder nicht verfügbar sind.

Derzeit muss man sich mit einer Serienschaltung aus Diode und rückwärts leitenden Bauteilen behelfen. Das sind beispielsweise Schottkydioden und J-FETs (Junction Field Effect Transistors, normally-on) beide in „Wide bandgap“ Technologie wie z.B.: SiC (Silicon Carbide). Dies, weil die Schaltfrequenz relativ hoch sein soll, beispielsweise 100kHz, um die Kapazitätswerte der Kondensatoren und die notwendige Induktivität der Stromzwischenkreisdrossel möglichst klein zu halten.

Gemäß der Fig. 2a und 2b ist der 1-Quadrantenbetrieb gezeigt, wobei ein passiver und ein asymmetrischer aktiver Teil vorgesehen ist, wobei die Schaltungsanordnung parallelschaltbar ist und die Funktionen:

- a) EMV- Filter für sinusförmige Netzströme,
- b) 1-Quadranten-Frequenzumrichter und



in einer kompakten Anordnung vereinigt ist, die von einem hochfrequenzdichten Gehäuse umgeben ist und

die Gleichstromdrossel (D)

- a) aus zwei magnetisch gekoppelten Spulen mit vier Anschlüssen aufgebaut ist und
- b) eine definierte Streuinduktivität aufweist, die eine Gleichtaktunterdrückung zwischen Eingang und Ausgang sicherstellt,
- c) ihr magnetischer Kern aus mittelfrequenztauglichem Sintermetall (Pulver: z.B.: Sendust, High Flux, MPP) besteht und
- d) als Sättigungs- oder Isthmudrossel ausgeführt ist, wobei
- e) die Wicklungen aus anodisierten Aluminiumfolien bestehen, die zugleich Leiter und die Lagenisolation bilden.

Die Schaltungsanordnung ist selbsterklärend und die Bezugszeichen entsprechend den Bauteilen in Fig. 1.

Wenn nur aus einer Spannungsquelle, beispielsweise einem Akku oder einer Solarzelle Energie ins Netz gespeist werden soll, ist dies im 1-Quadrantenbetrieb möglich.

Die Fig. 2b zeigt eine Anordnung, die eine Spannungsquelle, beispielsweise einen Akku eines E-Autos, der aus dem Netz geladen wird. Dazu ist im Gegensatz zu Fig. 2a die Spannungsquelle umgepolt.

Gemäß der Fig. 3a und 3b ist der 1-Quadrantenbetrieb gezeigt, wobei nur ein asymmetrischer aktiver Teil vorgesehen ist, wobei die Schaltungsanordnung parallelschaltbar ist und die Funktionen:

- a) 1-Quadranten-Frequenzumrichter mit einer Spannungsquelle am Eingang und
- b) einer Sinus- Motor-Filter- Funktion für sinusförmige Motorspannungen zwischen den Phasen aber auch gegen Erdpotential erfüllt und in einer kompakten Anordnung vereinigt ist.

Die Fig. 3a zeigt eine Anordnung, die von einer Spannungsquelle, beispielsweise einem Akku oder einer Brennstoffzelle, einen Motor, beispielsweise in einem E-Auto antreibt.

Die Fig. 3b zeigt eine Anordnung, wo ein Motor, beispielsweise in einem E-Auto beim Bremsen oder Bergabfahren, im Generatorbetrieb Energie in eine umgepolte Spannungsquelle, beispielsweise einen Akku zurückspeist.

Jede Schaltungsanordnung ist selbsterklärend und die Bezugszeichen entsprechend den Bauteilen in Fig. 1.

Gemäß der Fig. 4 ist die konstruktive Anordnung dargelegt:

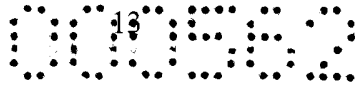
Die Fig.4 zeigt beispielsweise einen der 4 Dreifachumschalter S1, S2, S3, S4 aus Fig.1, die alle gleichartig aufgebaut sind, mit realen Bauteilen in deren erfindungsgemäßer, konstruktiver Anordnung:

Die Wechselfspannungskondensatoren C1, C2, C3 sind hier in Stern geschaltet; der Sternpunkt ist mit dem Bezugspotential GND der Steuer- und Regeleinheit 3 verbunden.

Die Messung von u_{C1} , u_{C2} und u_{C3} erfolgt mittels Spannungsteilern aus Widerständen. Diese dienen auch zur Entladung der Kondensatoren.

Die Messung des Stromes durch die Gleichstromzwischenkreisdrossel D erfolgt mittels eines Stromwandlers außerhalb von S1.

Die drei Serienschaltungen aus Schottky- Dioden D1, D2, D3 und J-FETs F1, F2, F3 bilden die 3 rückwärts nicht leitenden, elektronischen Schalter von S1.



Vorgesehen sind drei voneinander galvanisch getrennte Kühlkörper KK1, KK2, KK3 aus Aluminium. Für jeden der drei Schalter ist ein eigener Kühlkörper KK1, KK2, KK3 vorgesehen.

Die Kathoden der Dioden und die Drains der J-FETs sind über deren Kühlflächen elektrisch durch ihre Kühlkörper verbunden.

Die Beilage von Leitblättchen, beispielsweise aus Graphit zwischen dem Kühlkörper KK1, KK2, KK3 und den Kühlflächen der Dioden und J-FETs verbessert die elektrische und thermische Leitfähigkeit zwischen dem Kühlkörper KK1, KK2, KK3 und Dioden und J-FETs.

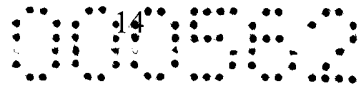
Die Wurzel des Dreifachumschalters S1 bilden hier die drei Sourcen der J-FETs, wobei jene mit einem der vier Drosselanschlüsse verbunden ist.

Die drei J-FETs werden über die Gatesignale G11, G12, G13 angesteuert, wodurch der Drosselanschluss zyklisch mit C1, C2, C3 verbunden wird. Dadurch kommutiert der Drosselstrom i_D zyklisch zwischen C1, C2, C3. Die Steuerung ist so ausgeführt, dass immer mindestens einer der 3 J-FETs eingeschaltet ist, damit der Drosselstrom i_D niemals unterbrochen wird.

Ein Aufbau als Mehrfachmultilayer-Leiterplatte oder bei größeren Leistungen parallelen Blechen mit Isolationslagen zwischen den Blechen, verringert die wirksame Kommutierungsinduktivität, was höhere Schaltfrequenzen ermöglicht.

Die Steuer- und Regeleinheit 3 und die Gates der 3 J-FETs sind galvanisch getrennt. Das kann mittels verfügbarer Bauelemente in den Gate-Treibern erfolgen.

Die Stromversorgung der Gate-Treiber muss ebenfalls galvanisch von GND getrennt sein. Das kann mittels Planartransformatoren erreicht werden, deren Primärwicklung mit einem Mittelfrequenzgenerator, nahe GND, verbunden ist und deren Sekundärwicklung die Gate-Treiber elektrisch versorgt.



Die Wicklungen der Planartransformatoren werden durch spiralförmige Leiterbahnen in und auf der verwendeten Multilayerleiterplatte realisiert. Über und unter den spiralförmigen Leiterbahnen verbessern Ferritfolien an der Ober- und Unterseite der Leiterplatte die Effizienz der Planartransformatoren und verringern Störstrahlungen.

Patentansprüche:

1. Schaltungsanordnung für einen Frequenzumrichter bestehend aus einem passiven, netzseitigen EMV-Filter und einem aktiven Teil, dadurch gekennzeichnet, dass der aktive Teil die Funktionalität eines Stromzwischenkreisumrichters (CSI) aufweist und aus:

a) drei Wechsellspannungskondensatoren (C1, C2, C3) in Sternschaltung oder drei Wechsellspannungskondensatoren (C12, C13, C23) in Dreieckschaltung am Eingang,

b) drei Wechsellspannungskondensatoren (CU, CV, CW) in Sternschaltung oder drei Wechsellspannungskondensatoren (CWV, CWU, CVU) in Dreieckschaltung am Ausgang,

c) einer Gleichstromzwischenkreisdrossel (D) mit vier Anschlüssen und

d) vier Dreifachumschaltern (S1, S2, S3, S4) die entsprechend die Kondensatoren mit der Drossel (D) verbinden,

besteht.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wechsellspannungskondensatoren (CU, CV, CW, CWV, CWU, CVU) durch Parallelschaltung mehrerer Kondensatoren aufgebaut sind.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleichstromdrossel (D)

a) aus zwei magnetisch gekoppelten Spulen mit vier Anschlüssen aufgebaut ist und

b) eine definierte Streuinduktivität aufweist, die eine Gleichtaktunterdrückung zwischen Eingang und Ausgang sicherstellt,

c) ihr magnetischer Kern aus mittelfrequenztauglichem Sintermetall (Pulver: z.B.: Sendust, High Flux, MPP) besteht und

- d) als Sättigungs- oder Isthmusedrossel ausgeführt ist, wobei
- e) die Wicklungen aus anodisierten Aluminiumfolien bestehen, die zugleich Leiter und die Lagenisolation bilden.

4. Schaltungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein passiver und ein symmetrisch aktiver Teil vorgesehen ist, wobei die Schaltungsanordnung parallelschaltbar ist und die Funktionen:

- a) EMV- Filter für sinusförmige Netzströme,
- b) 4-Quadranten-Frequenzumrichter und
- c) Sinus- Motor-Filter für sinusförmige Motorspannungen zwischen den Phasen und auch gegen Erdpotential erfüllt und in einer kompakten Anordnung vereinigt ist, die von einem hochfrequenzdichten Gehäuse umgeben ist.

5. Schaltungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein passiver und ein asymmetrischer aktiver Teil vorgesehen ist, wobei die Schaltungsanordnung parallelschaltbar ist und die Funktionen:

- a) EMV- Filter für sinusförmige Netzströme und
- b) 1-Quadranten-Frequenzumrichter mit einer Spannungsquelle am Ausgang erfüllt und in einer kompakten Anordnung vereinigt ist, die von einem hochfrequenzdichten Gehäuse umgeben ist.

6. Schaltungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein asymmetrischen aktiver Teil vorgesehen ist, wobei die Schaltungsanordnung parallelschaltbar ist und die Funktionen:

- a) 1-Quadranten-Frequenzumrichter mit einer Spannungsquelle am Eingang und

b) Sinus- Motor-Filter- Funktion für sinusförmige Motorspannungen zwischen den Phasen aber auch gegen Erdpotential erfüllt und in einer kompakten Anordnung vereinigt ist.

7. Schaltungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass abhängig von der Polung der Spannungsquelle, diese geladen wird oder Energie ins Netz speist.

8. Schaltungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Dreifachumschalter (S1, S2, S3, S4) nachstehende konstruktive Anordnung aufweist:

a.) bei den in Stern geschalteten Wechselfspannungskondensatoren (C1, C2, C3) der Sternpunkt mit dem Bezugspotential (GND) der Steuer- und Regeleinheit verbunden ist und die Messung der Spannung (?wie bezeichnet) (u_{C1} , u_{C2} und u_{C3}) mittels Spannungsteilern aus Widerständen erfolgt, wobei diese auch zur Entladung der Kondensatoren dienen, und/oder

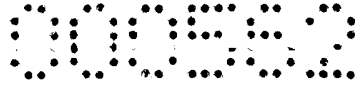
b.) die drei Serienschaltungen aus Schottky- Dioden (D1, D2, D3 und J-FETs F1, F2, F3) in „Wide bandgap“ Technologie wie beispielsweise: Silicon Carbide (SiC) die die drei rückwärts nicht leitenden Dioden elektronischen Schalter bilden, und/oder

c.) drei voneinander galvanisch getrennte Kühlkörper aus Aluminium (KK1, KK2, KK3) für jeden der drei Schalter vorgesehen sind, und/oder

d.) die Kathoden der Dioden und die Drains der J-FETs über deren Kühlflächen elektrisch durch ihre Kühlkörper verbunden sind, und/oder

e.) die Beilage von Leitblättchen, beispielsweise aus Graphit, zwischen Kühlkörper und Dioden und J-FETs vorgesehen ist, um die elektrische und thermische Leitfähigkeit zwischen Kühlkörper und Dioden und J-FETs zu verbessern, und/oder

f.) die drei J-FETs über die Gatesignale (G11, G12, G13) angesteuert werden, wodurch der Drosselanschluss zyklisch mit den Wechselfspannungskondensatoren (C1, C2, C3) verbunden wird, so dass der



Drosselstrom (iD) zyklisch zwischen den Wechsellspannungskondensatoren (C1, C2, C3) kommutiert, und/oder

g.) ein Aufbau aus Mehrfachmultilayer Leiterplatten, oder bei größeren Leistungen parallelen Blechen mit Isolationslagen zwischen den Blechen, die wirksame Kommutierungsinduktivität verringert, und/oder

h.) die galvanische Trennung der Stromversorgung der Gate- Treiber von GND mittels Planartransformatoren ausgeführt wird, deren Primärwicklung mit einem Mittelfrequenzgenerator, vorzugsweise nahe GND, verbunden ist und deren Sekundärwicklung die Gate- Treiber elektrisch versorgt, und/oder

i.) die Wicklungen der Planartransformatoren durch spiralförmige Leiterbahnen auf und innerhalb der verwendeten Multilayerleiterplatte erzeugt werden und dort Ferritfolien an der Ober- und Unterseite der Leiterplatte angebracht sind.

ECO-S Green Solutions KG

vertreten durch

Felfernig und Graschitz

Rechtsanwälte GmbH

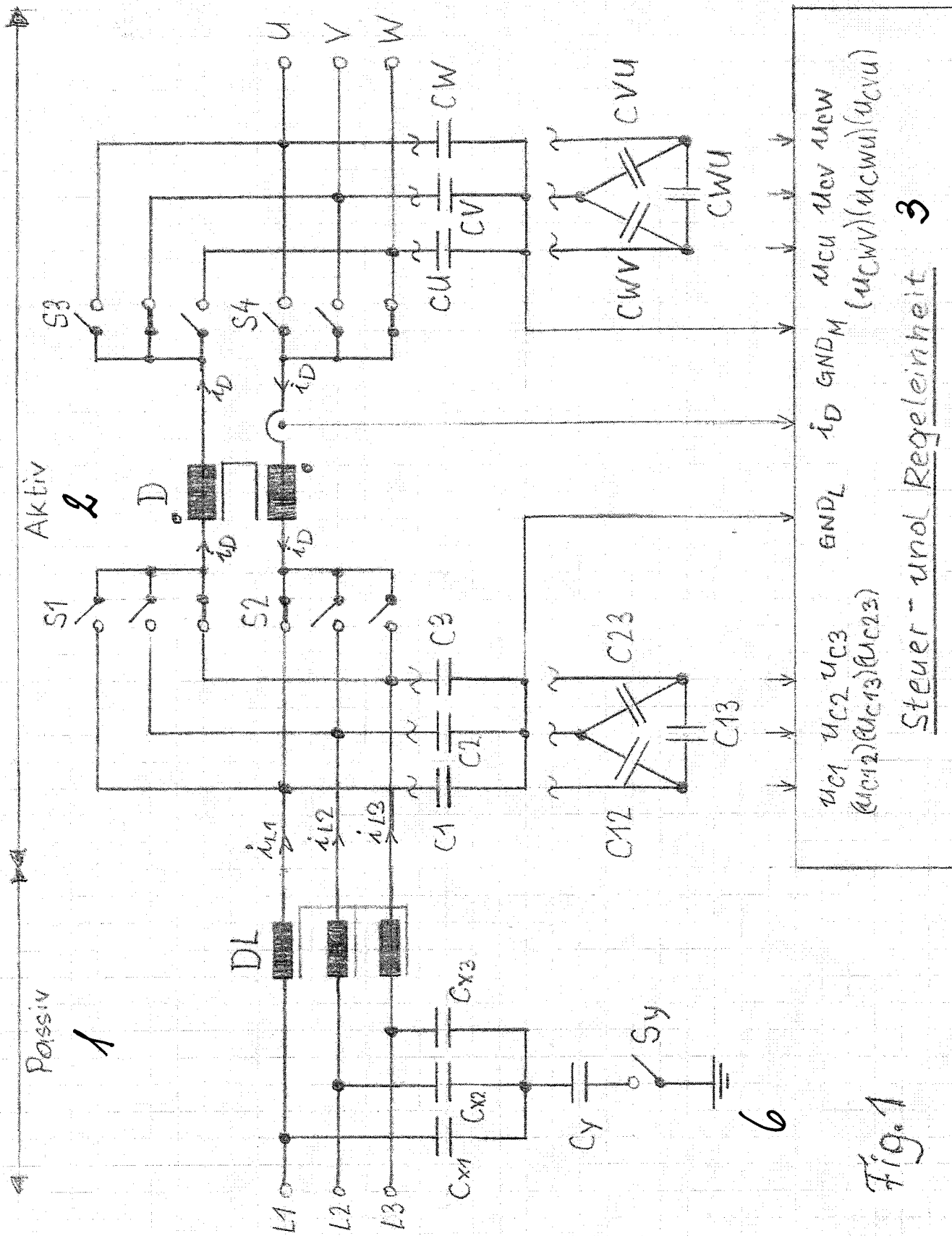


Fig. 1

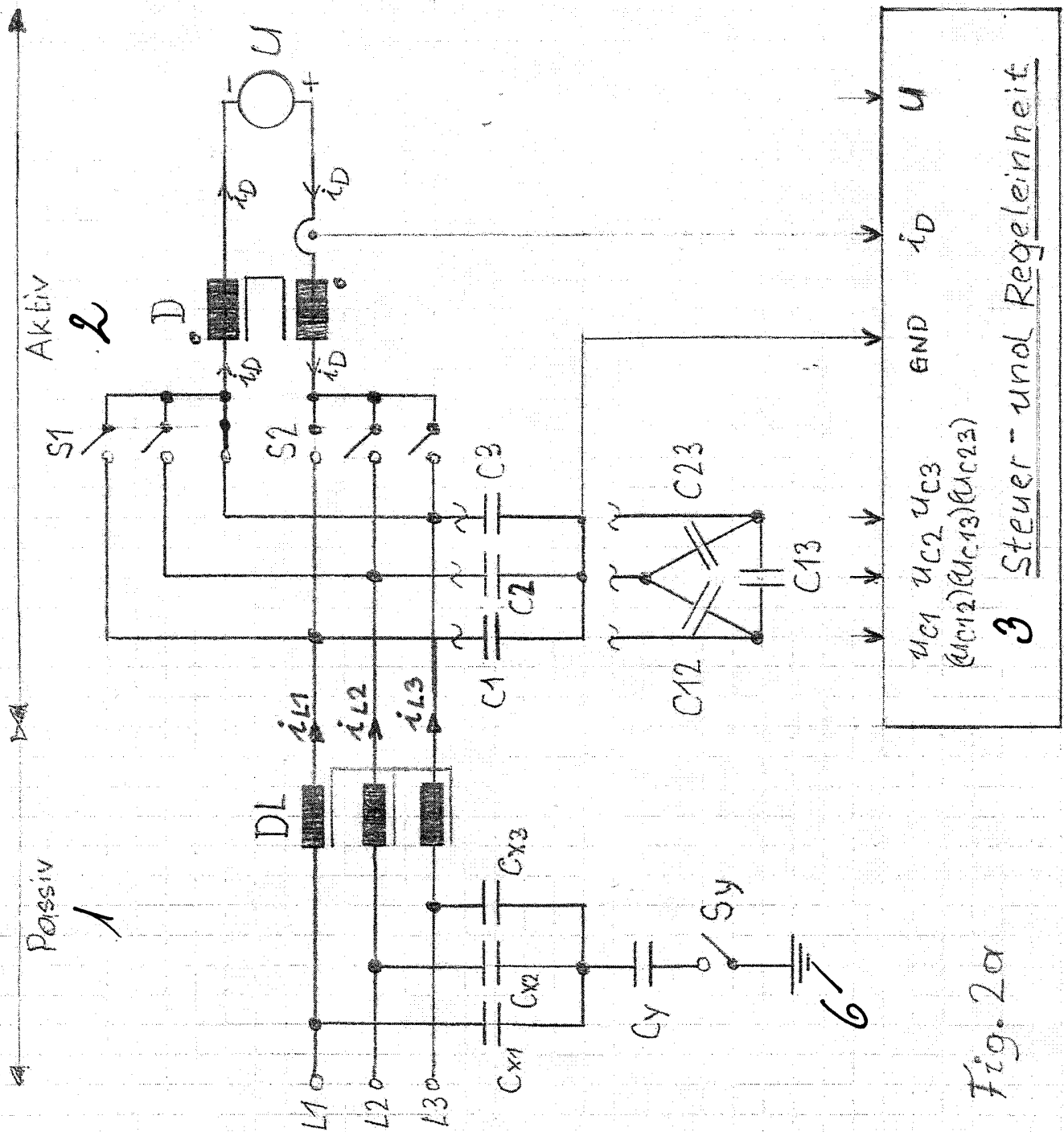


Fig. 2a

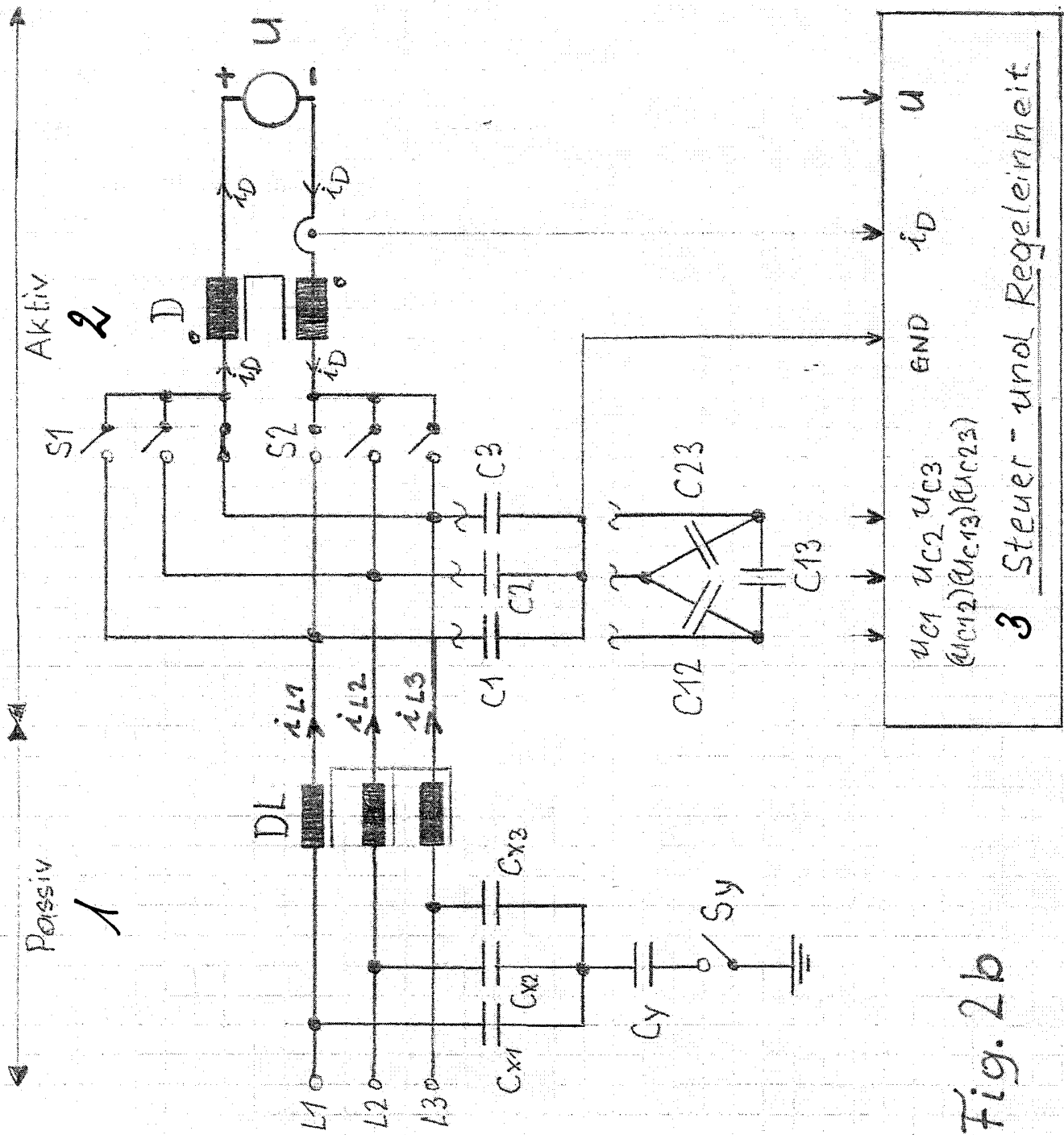


Fig. 2b

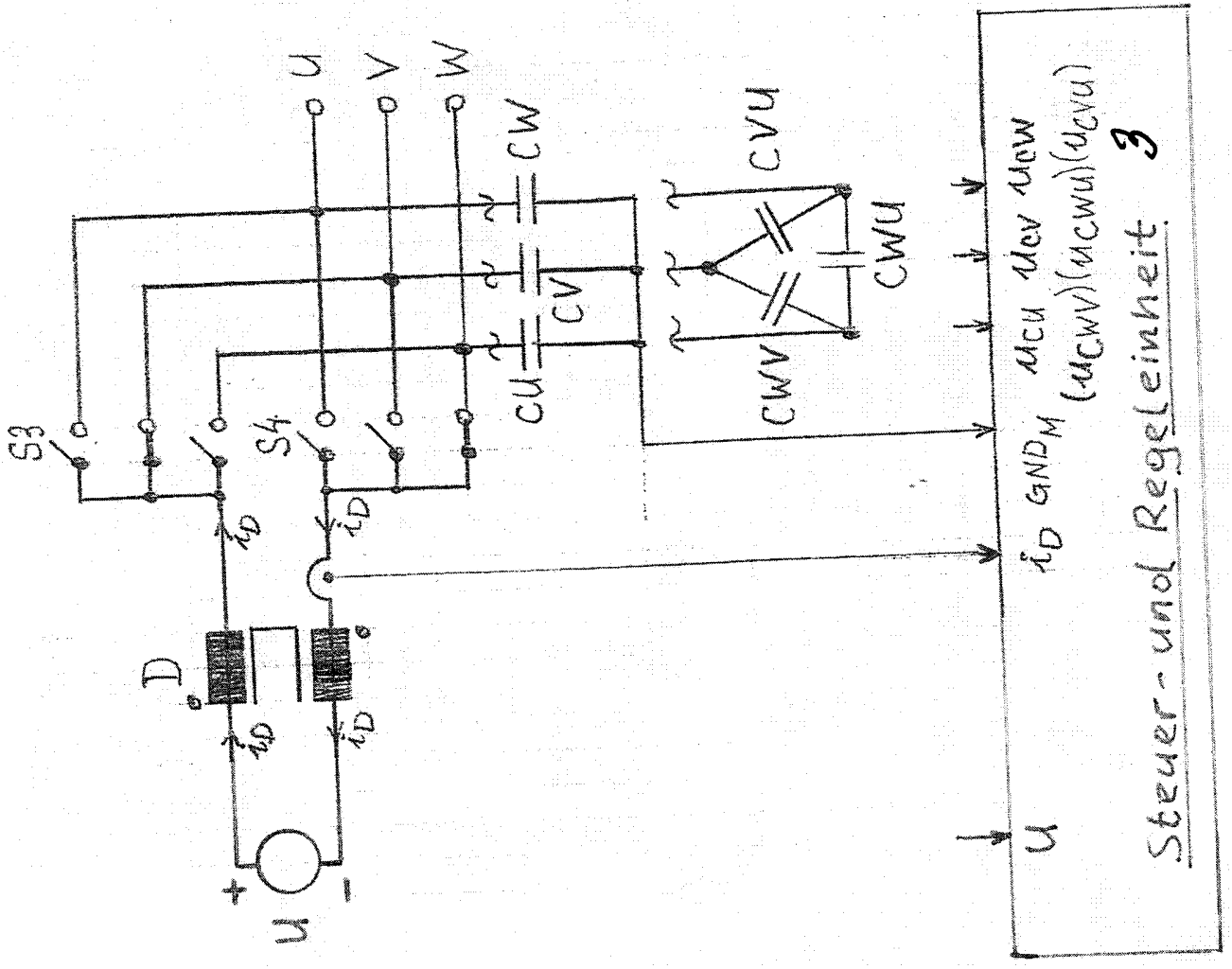


Fig. 3a

00000

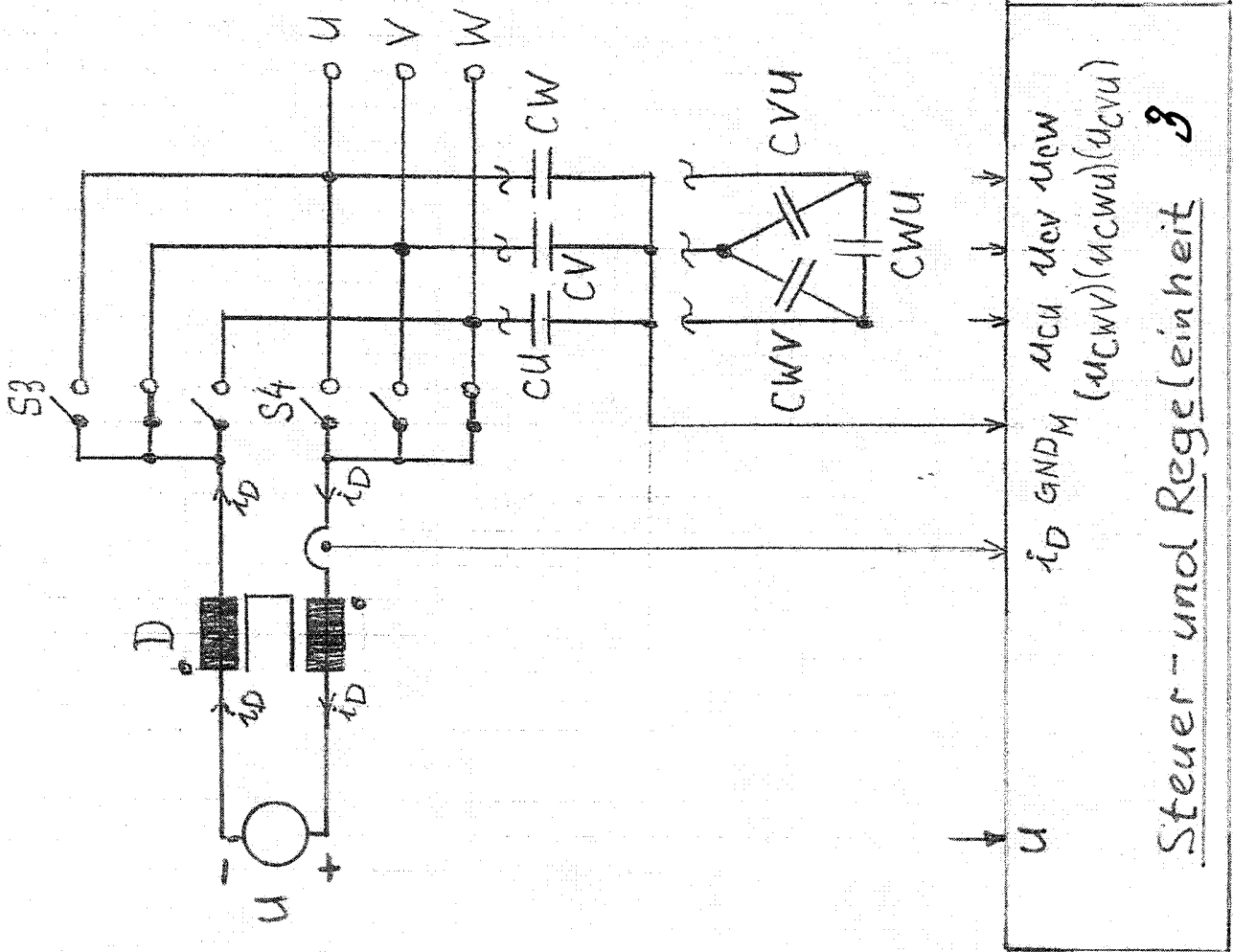


Fig. 3b

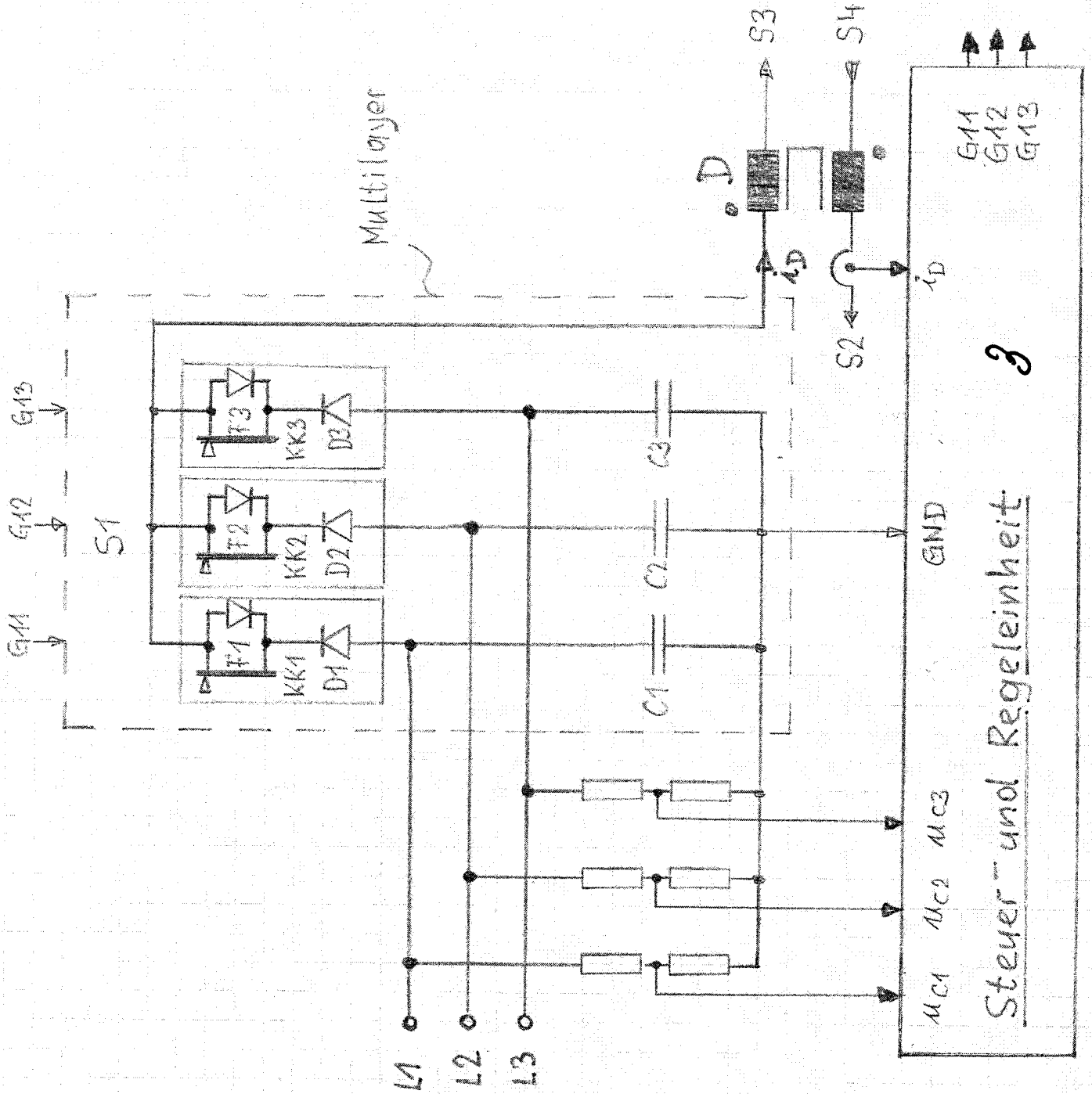


Fig. 4

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: H02M 5/44 (2006.01); H02M 1/12 (2006.01) ; H01F 38/14 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: H02M 5/44 (2013.01); H02M 1/12 (2013.01); H01F 38/14 (2013.01)
Recherchiertes Prüfobjekt (Klassifikation): H02M, H01F
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **25.01.2016** eingereichten Ansprüchen **1-8** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2008007385 A1 (MILLER DAVID DONALD, DALFUOCO LORIS MICHAEL, XIAO YUAN, GEMANARU CATALIN FLORIN) 10. Januar 2008 (10.01.2008) Absätze [0017-0020], Fig. 1.	1, 4, 7
Y		2, 3, 5, 6
A		8
X	EP 2495863 A2 (ROCKWELL AUTOMATION TECH INC) 05. September 2012 (05.09.2012) Absätze [0009-0016]; Fig. 1.	1, 4, 7
Y		2, 3, 5, 6
A		8
X	US 5905642 A (HAMMOND PETER W) 18. Mai 1999 (18.05.1999) Spalte 4, Zeile 27 - Spalte 5, Zeile 16; Fig. 3.	1, 4, 7
A		2, 3, 5, 6, 8
A	EP 1309075 A2 (SANYO ELECTRIC CO) 07. Mai 2003 (07.05.2003) Absätze [0028-0035]; Fig. 1.	1-8
A	EP 2639952 A2 (ROCKWELL AUTOMATION TECH INC) 18. September 2013 (18.09.2013) Absätze [0008-0012]; Fig. 1.	1-8

Datum der Beendigung der Recherche: 06.10.2016	Seite 1 von 1	Prüfer(in): MEHLMAUER Adolf
---	---------------	--------------------------------

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.
---	---